

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-075712

(43)Date of publication of application : 29.03.1991

(51)Int.Cl.

G02B 15/20

G02B 13/18

(21)Application number : 01-212675

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 18.08.1989

(72)Inventor : SHIBAYAMA ATSUSHI

## (54) ZOOM LENS

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the zoom lens which exhibits an excellent image-forming property with a smaller number of lens elements by expanding an air spacing between a 1st lens group G1 and a 2nd lens group G2, reducing the same between the lens groups G2 and a 3rd lens groups G3 and changing the same between the lens groups G3 and a 4th lens groups G4 at the time of variable power from a wide angle end to a telephoto end and providing specified conditions.

CONSTITUTION: While the air spacing between the 1st lens group G1 and the 2nd lens group G2 is expanded, the air spacing between the lens group G2 and the 3rd lens group G3 is reduced and the air spacing between the lens group G3 and the 4th lens group G4 is changed to satisfy the conditions expressed by inequalities at the time of the variable power from the wide angle end to the telephoto end. In the inequalities, the focal length at the wide angle end of the zoom lens is designated as  $f_w$ , the focal length of the lens group G2 as  $f_2$ , the focal length of the combined negative lens L22 in the lens group G2 as  $f_{22}$ , the Abbe number of the positive lens L22p in the combined negative lens L22 in the lens group G2 as  $v_{22p}$ , and the Abbe number of the negative lens L22n in the combined negative lens L22 in the lens group G2 as  $v_{22n}$ . The excellent image-forming property is exhibited by the small number of the lens elements in this way and the weight of the lens is reduced; in addition, the portability and operability are improved.

$$-0.6 < f_2 / f_w < -0.4$$

$$-1.1 < f_{22} / f_w < -0.5$$

$$v_{22p} - v_{22n} > 19$$

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-75712

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

G 02 B 15/20  
13/18

識別記号

庁内整理番号

8106-2H  
8106-2H

⑭ 公開 平成3年(1991)3月29日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全13頁)

⑮ 発明の名称 ズームレンズ

⑯ 特 願 平1-212675

⑰ 出 願 平1(1989)8月18日

⑱ 発 明 者 芝 山 敦 史 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内

⑲ 出 願 人 株 式 会 社 ニ コ ン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁 理 士 渡 辺 隆 男

明 細 書

1. 発明の名称

ズームレンズ

2. 特許請求の範囲

(1) 正の屈折力を有する第1レンズ群G<sub>1</sub>と、負の屈折力を有する第2レンズ群G<sub>2</sub>と、正の屈折力を有する第3レンズ群G<sub>3</sub>と、正の屈折力を有する第4レンズ群G<sub>4</sub>とを有するズームレンズにおいて、

前記第2レンズ群G<sub>2</sub>は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL<sub>21</sub>と、正レンズL<sub>22</sub>と負レンズL<sub>23</sub>との接合よりなる接合負レンズL<sub>2</sub>と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL<sub>24</sub>よりなり、

広角端から望遠端への変倍に際して、前記第1レンズ群G<sub>1</sub>と第2レンズ群G<sub>2</sub>との空気間隔を拡大しつつ、前記第2レンズ群G<sub>2</sub>と前記第3レンズ群G<sub>3</sub>との空気間隔を縮小し、さらに前記第3レンズ群G<sub>3</sub>と前記第4レンズ群G<sub>4</sub>との空気間隔を変化させ、以下の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$-0.6 < f_1 / f_v < -0.4 \quad (1)$$

$$-1.1 < f_{22} / f_v < -0.5 \quad (2)$$

$$\nu_{22} - \nu_{23} > 19 \quad (3)$$

但し、

f<sub>v</sub> : ズームレンズの広角端での焦点距離。

f<sub>1</sub> : 前記第1レンズ群G<sub>1</sub>の焦点距離。

f<sub>22</sub> : 前記第2レンズ群中の接合負レンズL<sub>22</sub>の焦点距離。

ν<sub>22</sub> : 前記第2レンズ群G<sub>2</sub>における接合負レンズL<sub>22</sub>中の正レンズL<sub>22</sub>のアッベ数。

ν<sub>23</sub> : 前記第2レンズ群G<sub>2</sub>における接合負レンズL<sub>22</sub>中の負レンズL<sub>23</sub>のアッベ数。

(2) 前記第2レンズ群中の接合負レンズL<sub>2</sub>は、物体側から順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL<sub>21</sub>と、これに接合されて物体側により曲率の強い面を向けた負レンズL<sub>22</sub>とからなり、以下の条件を満足することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のズームレンズ。

$$-0.65 < r_{21} / f_v < -0.3 \quad (4)$$

但し、

$r_{11}$ : 前記第 2 レンズ群中の接合負レンズ  $L_{11}$  の接合面の曲率半径。

(3) 前記第 2 レンズ群中の接合負レンズ  $L_{11}$  は、物体側から順に、両凹形状の負レンズ  $L_{11}$  と、これに接合されて物体側により曲率の強い面を向けた正レンズ  $L_{12}$  とからなり、以下の条件を満足することを特徴とする特許請求の範囲第 1 項記載のズームレンズ。

$$0.79 < r_{11} / f_v < 2 \quad (5)$$

但し、

$r_{11}$ : 前記第 2 レンズ群中の接合負レンズ  $L_{11}$  の接合面の曲率半径。

### 3. 発明の詳細な説明

#### (産業上の利用分野)

本発明は電子スチールカメラ、一眼レフカメラ等のズームレンズに関するものであり、特に、最大面角  $60^\circ$  以上の広面角を含み、ズーム比が 3 倍程度のズームレンズに関する。

#### (従来の技術)

最大面角  $60^\circ$  を含む 3 倍程度のズームレンズで

#### (課題を解決するための手段)

上記の目的を達成するために、本発明のズームレンズは、第 1 図に示す如く、正の屈折力を有する第 1 レンズ群  $G_1$  と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群  $G_2$  と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群  $G_3$  と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群  $G_4$  とを有するズームレンズにおいて、

前記第 2 レンズ群  $G_2$  は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ  $L_{11}$  と、正レンズ  $L_{12}$  と負レンズ  $L_{13}$  との接合よりなる接合負レンズ  $L_{11}$  と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ  $L_{14}$  よりなり、

広角端から望遠端への変倍に際して、前記第 1 レンズ群  $G_1$  と第 2 レンズ群  $G_2$  との空気間隔を拡大しつつ、前記第 2 レンズ群  $G_2$  と前記第 3 レンズ群  $G_3$  との空気間隔を縮小し、さらに前記第 3 レンズ群  $G_3$  と前記第 4 レンズ群  $G_4$  との空気間隔を変化させたものである。

そして、上記基本構成に基づいて以下の条件を満足するようにしたものである。

2 レンズ群  $G_2$  の成を、物体側から順に、負レンズ  $L_{11}$ 、接合負レンズ  $L_{12}$ 、正レンズ  $L_{13}$  としたものは従来から数多く知られており、例えば、特開昭 57-192918 号公報等が提案されている。

#### (発明が解決しようとする課題)

しかし、特開昭 57-192918 号公報で開示されたものは、レンズ構成枚数が多く、一眼レフ用のレンズとしては安価に提供することが困難となる。さらに、広角でのレンズ全長が  $143\text{mm}$  と長く、携帯性の点でも問題がある。

そこで、本発明は上記の問題を解決するためになされたものであり、少ないレンズ構成枚数によりコンパクトで携帯性に有利な形状を有しながらも、高ズーム比と優れた結像性能を有する高性能なズームレンズを提供することを目的としている。

具体的には、13 枚程度のレンズ構成に抑えて、コストの低減が図れ、またレンズ全長を  $120\text{mm}$  程度に抑えて携帯性にも有利な構成を実現し、広角端から望遠端にわたり諸収差を良好に補正できるズームレンズを提供することにある。

$$-0.8 < f_1 / f_v < -0.4 \quad (1)$$

$$-1.1 < f_{11} / f_v < -0.5 \quad (2)$$

$$\nu_{11} - \nu_{12} > 19 \quad (3)$$

但し、

$f_v$ : ズームレンズの広角端での焦点距離。

$f_1$ : 前記第 2 レンズ群  $G_2$  の焦点距離。

$f_{11}$ : 前記第 2 レンズ群中の接合負レンズ  $L_{11}$  の焦点距離。

$\nu_{11}$ : 前記第 2 レンズ群  $G_2$  における接合負レンズ  $L_{11}$  中の正レンズ  $L_{12}$  のアッペ数。

$\nu_{12}$ : 前記第 2 レンズ群  $G_2$  における接合負レンズ  $L_{11}$  中の負レンズ  $L_{13}$  のアッペ数。

また、前記第 2 レンズ群中の接合負レンズ  $L_{11}$  を物体側から順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ  $L_{11}$  と、これに接合されて物体側により曲率の強い面を向けた負レンズ  $L_{12}$  とから構成することが望ましく、このとき、以下の条件を満足することがより好ましい。

$$-0.65 < r_{11} / f_v < -0.3 \quad (4)$$

但し、

$r_{11}$ : 前記第2レンズ群中の接合負レンズ $L_{11}$ の接合面の曲率半径。

これに対し、前記第2レンズ群中の接合負レンズ $L_{11}$ を物体側から順に、両凹形状の負レンズ $L_{11}$ と、これに接合されて物体側により曲率の強い面を向けた正レンズ $L_{12}$ とから構成しても良い。このとき、以下の条件を満足することがより望ましい。

$$0.79 < r_{11}/f_2 < 2 \quad (5)$$

但し、

$r_{11}$ : 前記第2レンズ群中の接合負レンズ $L_{11}$ の接合面の曲率半径。

(作用)

本発明のズームレンズについての変倍は、主に第1レンズ群 $G_1$ と第2レンズ群 $G_2$ との空気間隔及び第2レンズ群 $G_2$ と第3レンズ群 $G_3$ との空気間隔を変化させることにより効率良く行っている。

この構成に基づいて、レンズ全長のコンパクト化を図りつつ、高いズーム比を達成するには、第2レンズ群の屈折力(パワー)を強くした構成を

用いて、第2レンズ群 $G_2$ のレンズ総厚を薄くする必要がある。

この構成を実現するために、本発明は第2レンズ群 $G_2$ を、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ $L_{11}$ と、接合負レンズ $L_{12}$ と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{13}$ とからなる構成を採用することにより、この第2レンズ群 $G_2$ の薄肉化を実現している。

そして、本発明は、高ズーム比化を図りつつ、良好なる諸収差バランスとコンパクト化とを両立させるために、今述べた第2レンズ群 $G_2$ の構成に基づいて、条件(1)～(3)を満足するように構成したものである。

条件(1)は第2レンズ群 $G_2$ の最適な屈折力、すなわち最適な焦点距離を条件(1)で規定している。

条件(1)の下限を越えると、第2レンズ群 $G_2$ の焦点距離が長くなるため、高ズーム比化を図ると、変倍に伴うレンズ群の移動量が大きくなり、レンズ全長が長くなって、コンパクト化に反する

ため好ましくない。反対に条件(1)の上限を越えると、第2レンズ群 $G_2$ の焦点距離が短くなり、球面収差、像面弯曲及びコマ収差等の補正が極めて困難となる。

尚、条件(1)においてよりコンパクト化を達成するには、下限値を $-0.5$ とし、この範囲を満足するように構成することが望ましい。

さて、上記の条件(1)を満足するように第2レンズ群 $G_2$ を構成すると、この第2レンズ群 $G_2$ の負のパワーは基本的に強くなるため、一般に収差補正が難しくなる傾向にある。

そこで、本発明においては、この第2レンズ群 $G_2$ を構成する負レンズ $L_{11}$ と接合負レンズ $L_{12}$ とで負のパワーを適切に分担することにより、良好なる収差補正を実現している。

この負のパワーについての最適な分担については、条件(2)で規定している接合負レンズ $L_{12}$ の最適な焦点距離の範囲で代表される。

この条件(2)の下限を越えると、第2レンズ群中の接合負レンズ $L_{12}$ の焦点距離が長くなって

パワーが弱くなる一方、第2レンズ群中の負レンズ $L_{11}$ のパワーを強めなければならない。すると、負レンズ $L_{11}$ で発生する像面弯曲及びコマ収差等の諸収差が過大に発生し、補正が困難となる。逆に条件(2)の上限を越えると、接合負レンズ $L_{12}$ の焦点距離が短くなってパワーが強くなり、この接合負レンズ $L_{12}$ の物体側の面の曲率半径が小さくなる。すると、この接合負レンズ $L_{12}$ の物体側の面で発生する像面弯曲及びコマ収差等の諸収差の補正が困難となる。

さて、第2レンズ群 $G_2$ における接合負レンズ $L_{12}$ は色収差補正に機能している。そして、この接合負レンズ $L_{12}$ の色収差補正の機能を十分に発揮させるために、条件(3)において、接合負レンズ $L_{12}$ を構成する正レンズ $L_{13}$ と、負レンズ $L_{11}$ との最適なアッペルの差を規定している。

この条件の範囲を越えると、第2レンズ群 $G_2$ における色収差補正が不十分となり、その結果、ズームによる軸上色収差及び倍率色収差の変動が過大となる。

ここで、第2レンズ群G<sub>2</sub>における接合負レンズL<sub>11</sub>を構成する各レンズを物体側から順に、負・正あるいは正・負の構成とすることができ、より軸上色収差及び倍率色収差を極めてバランス良く補正するには、この各々の構成における各々の接合面の最適な曲率を規定する必要がある。

そこで、条件(4)は、第2レンズ群G<sub>2</sub>における接合負レンズL<sub>11</sub>を、物体側から順に、正レンズL<sub>12</sub>と、これに接合される負レンズL<sub>13</sub>とで構成した場合における接合面での最適な曲率半径を規定している。

この条件(4)の下限を越えると、第2レンズ群G<sub>2</sub>における接合負レンズL<sub>11</sub>の接合面の曲率が弱くなり、第2レンズ群G<sub>2</sub>での軸上色収差及び倍率色収差の補正が不十分となり、この両色収差のバランスが大きく崩れる。逆に、条件(4)の上限を越えると、第2レンズ群G<sub>2</sub>における接合負レンズL<sub>11</sub>の接合面の曲率が強くなり過ぎ、倍率色収差に高次の曲がりが発生するため好ましくない。

また、条件(5)は第2レンズ群G<sub>2</sub>における接

合負レンズL<sub>11</sub>を、物体側から順に、負レンズL<sub>12</sub>と、これに接合される正レンズL<sub>13</sub>とで構成した場合における接合面での最適な曲率半径を規定している。

この条件(5)の上限を越えると、第2レンズ群G<sub>2</sub>における接合負レンズL<sub>11</sub>の接合面の曲率が弱くなり、第2レンズ群G<sub>2</sub>での軸上色収差及び倍率色収差の補正が不十分となり、この両色収差のバランスが大きく崩れる。逆に、条件(5)の下限を越えると、第2レンズ群G<sub>2</sub>における接合負レンズL<sub>11</sub>の接合面の曲率が強くなり過ぎ、球面収差に高次の曲がりが発生し、特に、g線(435.8nm)の球面収差に高次の曲がりが発生する。このため、ズームレンズ全体ではg線の球面収差が補正不足の状態を呈し好ましくない。

さらに、本発明において、レンズ全長のコンパクト化及び高ズーム比化を図りつつ、良好なる収差補正を確実に達成するには、以下の条件を満足することが望ましい。

$$-3 < f_1 / f_2 < -2 \quad (6)$$

$$-4.2 < f_1 / f_2 < -2.9 \quad (7)$$

但し、

f<sub>2</sub> : 第2レンズ群G<sub>2</sub>の焦点距離。

f<sub>3</sub> : 第3レンズ群G<sub>3</sub>の焦点距離。

f<sub>4</sub> : 第4レンズ群G<sub>4</sub>の焦点距離。

条件(6)は第3レンズ群G<sub>3</sub>についての最適な焦点距離を規定するものである。

条件(6)の下限を越えると、諸収差の補正には有利となるものの、レンズ全長のコンパクト化が困難となる。逆に条件(6)の上限を越えると、少ないレンズ構成枚数で諸収差を良好に補正することが困難となり好ましくない。

条件(7)は第4レンズ群G<sub>4</sub>の最適な焦点距離を規定するものである。

条件(7)の上限及び下限を越えると、ズミングによる諸収差の変動を小さく抑えることが困難となり好ましくない。

また、ズームレンズ全体の良好なる収差バランスを達成するには、以下の条件を満足することが望ましい。

$$1 < f_{11} / f_{12} < 1.8 \quad (8)$$

f<sub>11</sub> : 第2レンズ群中の負レンズL<sub>11</sub>の焦点距離。

f<sub>12</sub> : 第2レンズ群中の接合負レンズL<sub>11</sub>の焦点距離。

条件(8)は第2レンズ群G<sub>2</sub>における負レンズL<sub>11</sub>と接合負レンズL<sub>12</sub>との最適なパワー配分を規定するものである。この両者のレンズの屈折力配分は先の条件(2)で述べた如く、像面湾曲やコマ収差の補正に対して極めて重要であるが、条件(8)は、これらの収差の良好にバランスさせるためのものである。

条件(8)の上限を越えると、第2レンズ群G<sub>2</sub>における負レンズL<sub>11</sub>に分担される負の屈折力が過大となるため、像面湾曲、コマ収差等の収差バランスが大きく崩れて補正が困難となる。逆に条件(8)の下限を越えると、第2レンズ群G<sub>2</sub>における接合負レンズL<sub>12</sub>に分担される負の屈折力が過大となるため、像面湾曲、コマ収差等の収差バランスが大きく崩れて補正が困難となる。

さらに、収差補正上での自由度を向上させつつ、

球収差を極めてバランス良く補正するには、第2レンズ群G<sub>2</sub>中に非球面を設けることが効果的である。

このとき、第2レンズ群G<sub>2</sub>と第3レンズ群G<sub>3</sub>との間に光彩絞り（開口絞り）を配置し、第2レンズ群G<sub>2</sub>における最も物体側に位置する負メニスカスレンズL<sub>21</sub>、あるいは接合負レンズL<sub>22</sub>における光彩絞りから比較的離れた物体側面を非球面形状で構成すると、軸外光線により発生する軸外収差、特に非点収差及びコマ収差を効果的に補正することが可能となる。

具体的には、光軸から周辺へ行くに従って、負メニスカスレンズL<sub>21</sub>、あるいは接合負レンズL<sub>22</sub>の負の屈折力が漸進的に強くなるように構成することが良い。

このとき、非球面形状は、以下の条件を満足することがより好ましい。

$$X(l/3) - X_0(l/3) < 0 \quad (9)$$

但し、

$$X(y) = X_0(y) + C_1 \cdot y^4 + C_{10} \cdot y^{10}$$

$$X_0(y) = \frac{y^4}{R(1 + \sqrt{1 - y^4/R^4})}$$

l：最大像高。

y：光軸からの高さ。

R：近軸基準球面の曲率半径。

C<sub>1</sub>：非球面係数（l = 4、6、8、10）

X(y)：非球面の頂点における接平面からの高さ y における非球面上の位置までの光軸方向に沿った距離。

X<sub>0</sub>(y)：非球面の頂点における接平面からの高さ y における非球面の近軸基準球面上の位置までの光軸方向に沿った距離。

この条件（9）を満足するように非球面を構成すると、主に、広角端において発生する非点収差により負の方向へ過大となりがちなメリジオナル像面弯曲の正の方向の補正と、望遠端において補正不足となりがちな球面収差の補正とを共にバランス良く達成することができる。

さて、本発明のズームレンズにおいてさらに十

分な収差補正を果たすには、第1レンズ群G<sub>1</sub>が、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL<sub>11</sub>と、正レンズL<sub>12</sub>と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL<sub>13</sub>とを有するように構成するのが好ましい。すると、球面収差及び像面湾曲をバランス良く補正できる。また、負メニスカスレンズL<sub>11</sub>と正レンズL<sub>12</sub>とを接合しても良く、このとき、第1レンズ群内の偏芯が起りにくいと言う製造上の利点がある。

また、第3レンズ群G<sub>3</sub>が、物体側から順に、両凸形状の正レンズL<sub>31</sub>と、両凸形状の正レンズL<sub>32</sub>と両凹形状の負レンズL<sub>33</sub>よりなる接合レンズL<sub>34</sub>を有するように構成するのが好ましい。このレンズ構成により球面収差及び色収差の補正に対して極めて有利となる。

さらに、球面収差、色収差及びベッツパール和の良好なる補正を確実に実現するには、以下の条件を満足することが望ましい。

$$0.26 < n_{33} - n_{31} \quad (10)$$

$$-1.1 < r_{34}/f_3 < -0.46 \quad (11)$$

但し、

n<sub>33</sub>：第3レンズ群中の接合レンズL<sub>34</sub>中の両凸正レンズL<sub>31</sub>のd線（587.6nm）に対する屈折率。

n<sub>31</sub>：第3レンズ群中の接合レンズL<sub>34</sub>中の両凹負レンズL<sub>33</sub>のd線（587.6nm）に対する屈折率。

r<sub>34</sub>：第3レンズ群中の接合レンズL<sub>34</sub>の接合面の曲率半径。

f<sub>3</sub>：第3レンズ群G<sub>3</sub>の焦点距離。

条件（10）は球面収差及びベッツパール和の補正に関するものである。この条件の範囲を越えると、球面収差の補正が困難となるばかりか、ベッツパール和が負の方向に過大となるため好ましくない。

条件（11）は球面収差及び色収差の補正に関するものである。本発明は第3レンズ群G<sub>3</sub>の接合レンズL<sub>34</sub>の接合面を、球面収差の補正に作用させていることは勿論のこと、色収差の補正にも効果的に作用させている。

条件(11)の上限を越えると、接合レンズ $L_{12}$ の接合面の曲率が強くなり過ぎ、高次の球面収差の発生が甚大となり補正が困難となるばかりか、その他の収差の補正も困難となる。反対に下限を越えると、接合レンズ $L_{12}$ の接合面の曲率が弱くなり、色収差及び球面収差を十分に補正することが困難となる。

また、第4レンズ群 $G_4$ を、物体側から順に、正レンズ $L_{11}$ と、両凸形状の正レンズ $L_{12}$ と、物体側により強い曲率の面を向けた負レンズ $L_{13}$ を有するように構成することが好ましい。すると、この構成により、球面収差を始めとした諸収差の補正に有利となり、さらにはレンズ系の全長の短縮(コンパクト)化に極めて有利となる。

以上の如く構成すれば、レンズ系のバックフォーカスを、カメラ本体側に設けられたクイックリターンミラーに接触しない程度まで短くすることができ、全長のコンパクト化に寄与させることができる。

(実施例)

接合レンズ $L_{12}$ とよりなり、第4レンズ群 $G_4$ が像側により強い曲率の面を向けた正レンズ $L_{11}$ と、両凸形状の正レンズ $L_{12}$ と、物体側により強い曲率の面を向けた負レンズ $L_{13}$ とからなるように構成されている。

また、第4、第5実施例のズームレンズにおいては、それぞれ第7図、第8図に示す如く、上記の実施例とほぼ同様なレンズ構成を有しているが、第2レンズ群 $G_2$ が、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ $L_{21}$ と、両凹形状の負レンズ $L_{22}$ とこれに接合されて物体側により強い凸面を向けた正レンズ $L_{23}$ とよりなる接合負レンズ $L_{24}$ と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{25}$ よりなっている。

各実施例とも図示の如く、広角端から望遠端へのズームングに際しては、第1レンズ群 $G_1$ と第2レンズ群 $G_2$ との空気間隔が拡大しつつ、第2レンズ群 $G_2$ と第3レンズ群 $G_3$ との空気間隔が縮小し、さらに第3レンズ群 $G_3$ と第4レンズ群 $G_4$ との空気間隔が変化する。

本発明のズームレンズはいずれも焦点距離 $f$ が36~103でFナンバーが3.5~4.6程度を有するものである。

以下に、本発明の実施例について説明する。第1図、第3図、第5図にはそれぞれ第1~第3実施例のレンズ構成図を示している。

各実施例におけるズームレンズは、図示の如く、物体側から順に、第1レンズ群 $G_1$ が物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ $L_{11}$ と、これに接合された両凸形状の正レンズ $L_{12}$ と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{13}$ とからなり、第2レンズ群 $G_2$ が、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ $L_{21}$ と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{22}$ とこれに接合されて物体側により強い曲率の面を向けた負レンズ $L_{23}$ とからなる接合負レンズ $L_{24}$ と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ $L_{25}$ よりなり、第3レンズ群 $G_3$ が両凸形状の正レンズ $L_{31}$ と、両凸形状の正レンズ $L_{32}$ と、両凹負レンズ $L_{33}$ との接合よりなり全体として物体側に凸面を向けたメニスカスレンズ形状の

このとき、第1、第2、第4及び第5実施例については、各レンズ群が物体側へ移動する構成を有しており、第3実施例については、第2レンズ群 $G_2$ が固定された状態で、それ以外のレンズ群が物体側へ移動する構成を有している。

また、第1、第3、第4及び第5実施例については、第2レンズ群 $G_2$ の最も物体側に位置する負メニスカスレンズ $L_{21}$ の物体側面に非球面が設けられており、第2実施例については、第2レンズ群中の接合負レンズ $L_{24}$ の物体側面に非球面が設けられている。

各レンズ構成図に示した $S_1$ は虹彩紋り(開口紋り)、 $S_2$ はフレアー防止のためのフレアー紋り(フレーストッパー)を表している。このフレアー紋りはズームングに際して第3レンズ群 $G_3$ と一体的に移動して、主に、画面の中間面角でのコマフレアーの除去に対し効果的に機能している。

さて、以下の表1~表5にて、それぞれ順に第1~第5実施例の諸元の値を掲げる。表中、左端の数字は物体側からの順序を表し、 $r$ はレンズ面

の曲率半径、dはレンズ厚及びレンズ面間隔、  
アッペ数(Abbe)及び屈折率nはd線に対する値を  
表し、fはズームレンズの焦点距離を示している。

また、各表中には、第2レンズ群中に設けられ  
た非球面形状を以下に示す非球面方程式にて示し  
ている。

$$X(y) = \frac{y^2}{R(1 + \sqrt{1 - y^2/R^2})} + C_1 y^4 + C_2 y^6 + C_3 y^8 + C_4 y^{10}$$

但し、X(y)は非球面の頂点における接平面  
から高さyにおける非球面上の位置までの光軸方  
向に沿った距離、Rは近軸の曲率半径、C<sub>1</sub>は非  
球面係数であり、10<sup>-4</sup>をE-nとして表している。

表1(第1実施例)

焦点距離: f = 30.03 ~ 103.01、画角: 2ω = 64.7° ~ 22.8°  
Fナンバー: F<sub>no</sub> = 3.0 ~ 4.5

	f	d	Abbe	n
1	118.343	1.50	23.0	1.80074
2	50.652	7.30	59.9	1.51860
3	-122.366	0.10		
4	33.634	3.00	51.1	1.73250
5	51.670	1.35		
6	51.403	1.50	52.3	1.74610
7	19.602	5.10		
8	-24.720	2.40	25.5	1.80450
9	-14.340	1.20	69.4	1.77279
10	416.200	0.20		
11	30.648	1.90	25.5	1.80450
12	64.202	14.20		
13	48.210	3.50	64.1	1.51860
14	-37.593	0.10		
15	21.267	6.20	56.4	1.50137
16	-21.265	3.00	33.9	1.80384
17	62.787	0.63		
18	340.240	4.50	32.0	1.71300
19	-23.900	0.10		
20	91.710	3.30	58.5	1.65160
21	-72.874	2.40		
22	-19.340	1.20	40.9	1.79631
23	-285.532	41.20		

f	30.0320	60.0340	103.0120
4.5	1.7002	12.6300	23.2435
412	14.3550	8.2455	2.2455
417	0.8254	8.2468	7.8965
41	41.2000	51.0445	50.5503

表6(非球面)

非球面係数 C<sub>1</sub> = -0.3610E-05、C<sub>2</sub> = -0.8243E-07  
C<sub>3</sub> = 0.6907E-09、C<sub>4</sub> = -0.2664E-11

表2(第2実施例)

焦点距離: f = 30.03 ~ 103.01、画角: 2ω = 64.6° ~ 22.8°  
Fナンバー: F<sub>no</sub> = 3.0 ~ 4.5

	f	d	Abbe	n
1	118.343	1.50	23.0	1.80074
2	50.652	7.30	59.9	1.51860
3	-122.366	0.10		
4	33.306	3.00	50.0	1.69880
5	52.877	1.70		
6	30.328	1.50	57.5	1.67025
7	19.620	5.10		
8	-24.695	2.40	25.5	1.80450
9	-13.985	1.20	47.5	1.78797
10	-1106.587	0.20		
11	31.317	2.30	25.5	1.80450
12	70.772	14.20		
13	47.033	3.50	64.1	1.51860
14	-38.670	0.10		
15	20.876	6.20	56.4	1.50137
16	-21.370	3.00	33.9	1.80384
17	60.833	0.11		
18	350.270	4.50	34.0	1.61720
19	-22.002	0.10		
20	70.513	3.30	58.5	1.65160
21	-60.000	2.40		
22	-19.480	1.20	40.9	1.79631
23	-357.650	41.41		

f	30.0320	60.0347	103.0125
4.5	1.7002	12.6300	23.2435
412	14.2575	8.1700	2.1500
417	0.8067	7.7378	7.9778
41	41.4120	51.2574	50.7430

表6(非球面)

非球面係数 C<sub>1</sub> = -0.3808E-05、C<sub>2</sub> = -0.1145E-06  
C<sub>3</sub> = 0.1328E-09、C<sub>4</sub> = -0.1330E-10

表3(第3実施例)

焦点距離: f = 30.03 ~ 103.00、画角: 2ω = 64.9° ~ 22.8°  
Fナンバー: F<sub>no</sub> = 3.0 ~ 4.5

	f	d	Abbe	n
1	118.343	1.50	23.0	1.80074
2	50.652	7.30	59.9	1.51860
3	-122.366	0.10		
4	33.306	3.00	55.0	1.69880
5	52.877	1.82		
6	31.023	1.50	55.0	1.69680
7	19.609	5.10		
8	-24.778	2.40	25.5	1.80450
9	-16.240	1.20	52.3	1.74610
10	172.550	0.20		
11	20.080	2.50	25.5	1.80450
12	80.702	14.47		
13	48.555	3.50	64.1	1.51860
14	-38.068	0.10		
15	21.760	6.20	56.4	1.50137
16	-21.655	3.00	33.9	1.80384
17	60.650	0.80		
18	202.077	4.50	34.0	1.61720
19	-22.022	0.10		
20	90.751	3.30	58.5	1.65160
21	-61.128	2.40		
22	-19.501	1.20	40.9	1.79631
23	-274.624	41.40		

f	30.0320	60.0307	102.9990
4.5	1.8183	14.0331	25.6585
412	14.4000	8.0067	2.4707
417	0.7070	7.5012	8.2430
41	41.4000	40.3064	54.0300

表6(非球面)

非球面係数 C<sub>1</sub> = -0.4208E-05、C<sub>2</sub> = -0.0150E-07  
C<sub>3</sub> = 0.7541E-09、C<sub>4</sub> = -0.3154E-11

図4 (第4実施例)

焦点距離:  $f = 36.03 \sim 103.01$ 、側角:  $2\omega = 64.7^\circ \sim 22.8^\circ$   
 Fナンバー:  $F_{0.5} = 3.8 \sim 4.6$

	$r$	$d$	$Abb$	$a$
1	118.125	1.50	23.9	1.66074
2	57.134	7.30	69.9	1.51660
3	-129.031	9.10		
4	33.049	5.89	58.5	1.65166
5	54.263	1.33		
6	52.180	1.50	57.5	1.67025
7	12.713	5.10		
8	-24.918	1.10	52.3	1.74810
9	32.886	2.30	23.0	1.66074
10	167.263	9.10		
11	27.466	1.99	25.5	1.60458
12	52.459	15.92		
13	51.155	3.50	69.9	1.51660
14	-39.049	9.10		
15	29.381	9.20	58.4	1.50137
16	-21.302	3.00	33.9	1.60384
17	64.699	8.89		
18	-7924.811	4.50	50.8	1.65844
19	-23.176	9.10		
20	78.513	3.30	57.0	1.62280
21	-51.820	2.40		
22	-19.489	1.20	40.9	1.79931
23	-325.859	41.74		
$f$	36.0327	60.0344	103.0112	
$d$	1.3272	12.1730	22.6825	
$Abb$	15.0199	8.9324	2.9214	
$a$	8.8935	7.5248	7.1846	
$F$	41.7425	51.8967	69.6729	

図5 (非球面)

非球面係数  $C_{-1} = -0.3724E-05$ 、 $C_1 = -0.6829E-07$   
 $C_{-2} = 0.4312E-06$ 、 $C_{-3} = -0.1677E-11$

図5 (第5実施例)

焦点距離:  $f = 39.03 \sim 103.01$ 、側角:  $2\omega = 64.7^\circ \sim 22.8^\circ$   
 Fナンバー:  $F_{0.5} = 3.8 \sim 4.6$

	$r$	$d$	$Abb$	$a$
1	117.146	1.50	23.9	1.66074
2	58.914	7.30	69.9	1.51660
3	-129.005	9.10		
4	34.824	5.89	58.5	1.65166
5	58.817	1.42		
6	48.781	1.50	57.5	1.67025
7	12.637	5.10		
8	-24.441	1.10	52.3	1.74810
9	34.076	2.30	23.0	1.66074
10	155.099	9.10		
11	27.849	1.99	25.5	1.60458
12	55.894	14.95		
13	40.889	3.50	69.9	1.51660
14	-42.729	9.10		
15	22.791	9.20	58.4	1.50137
16	-20.959	3.00	33.9	1.60384
17	76.686	8.81		
18	-10952.901	4.50	50.8	1.65844
19	-23.332	9.10		
20	79.500	3.30	57.0	1.62280
21	-51.788	2.40		
22	-19.553	1.20	40.9	1.79931
23	-297.898	41.82		
$f$	39.0325	60.0339	103.0097	
$d$	1.4211	12.2689	22.6794	
$Abb$	14.9489	8.8594	2.8484	
$a$	8.8131	7.4442	7.0842	
$F$	41.8181	51.8819	69.1482	

図6 (非球面)

非球面係数  $C_{-1} = -0.3743E-05$ 、 $C_1 = -0.6935E-07$   
 $C_{-2} = 0.6633E-06$ 、 $C_{-3} = -0.2627E-11$

以下の表6にて本発明による各実施例についての  
 の条件対応値を掲げる。

表6 (条件対応値)

実施例	$\frac{f_1}{f_2}$	$\frac{f_{11}}{f_{12}}$	E	$\frac{r_{11}}{f_2}$	$\frac{f_1}{f_2}$
1	-0.466	-0.862	23.9	-0.398	-2.221
2	-0.466	-0.889	22.0	-0.388	-2.221
3	-0.466	-0.830	26.8	-0.451	-2.221
4	-0.466	-0.869	29.3	0.913	-2.221
5	-0.466	-0.839	29.3	0.946	-2.221

表6 (続き)

実施例	$\frac{f_1}{f_2}$	$\frac{f_{11}}{f_{12}}$	F	G	$\frac{r_{11}}{f_2}$
1	-3.672	1.228	-0.017	0.3025	-0.570
2	-3.672	1.313	-0.020	0.3025	-0.578
3	-3.672	1.249	-0.020	0.3025	-0.580
4	-3.672	1.229	-0.017	0.3025	-0.571
5	-3.672	1.168	-0.017	0.3025	-0.554

但し、

$$E = v_{111} - v_{112}$$

$$F = X(l/3) - X_0(l/3)、l = 21.6$$

$$G = n_{111} - n_{112}$$

である。

また、第2図、第4図、第6図、第8図及び第10図はそれぞれ順に本発明の第1～第5実施例における収差図を示しており、(a)は広角端としての最短焦点距離状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端としての最長焦点距離状態の諸収差を示している。収差図中のdはd線(587.6nm)、gはg線(435.8nm)についての収差を示しており、また収差図中の非点収差における破線はメリジオナル像面、実線はサジタル像面を表している。

各収差図の比較より、広角端から望遠端にわたる諸収差が極めてバランス良く補正されていることが明らかである。

〔発明の効果〕

本発明によれば、最大面角 $60^\circ$ を含み、3倍程度のズーム比を有しながら、13枚程度の極め

て少ないレンズ 収枚数で優れた結像性能を有する全長の短いコンパクトなズームレンズを安価に達成することができる。

これにより、レンズの軽量化及び携帯性に優れるのみならず、操作性における格段なる向上が期待できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図、第3図、第5図、第7図、第9図はそれぞれ順に本発明の第1実施例～第5実施例におけるレンズ構成図である。第2図(a)は本発明の第1実施例における広角端での諸収差図、第2図(b)は本発明の第1実施例における中間焦点距離状態での諸収差図、第2図(c)は本発明の第1実施例における望遠端での諸収差図である。第4図(a)は本発明の第2実施例における広角端での諸収差図、第4図(b)は本発明の第2実施例における中間焦点距離状態での諸収差図、第4図(c)は本発明の第2実施例における望遠端での諸収差図である。第6図(a)は本発明の第3実施例における広角端での諸収差図、第6図(b)は本発明の第3実施例における

中間焦点距離状態での諸収差図、第6図(c)は本発明の第3実施例における望遠端での諸収差図である。第8図(a)は本発明の第4実施例における広角端での諸収差図、第8図(b)は本発明の第4実施例における中間焦点距離状態での諸収差図、第8図(c)は本発明の第4実施例における望遠端での諸収差図である。第10図(a)は本発明の第5実施例における広角端での諸収差図、第10図(b)は本発明の第5実施例における中間焦点距離状態での諸収差図、第10図(c)は本発明の第5実施例における望遠端での諸収差図である。

(主要部分の簡単な説明)

G<sub>1</sub>…第1レンズ群

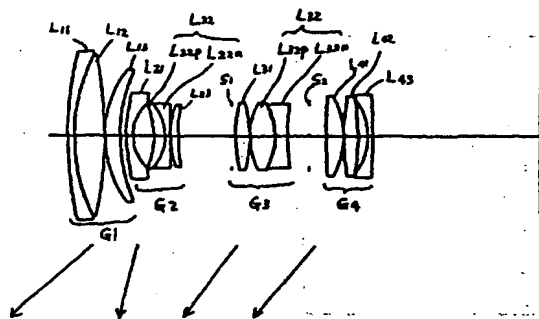
G<sub>2</sub>…第2レンズ群

G<sub>3</sub>…第3レンズ群

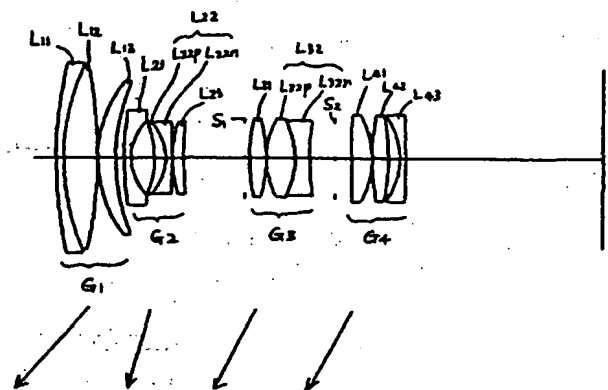
G<sub>4</sub>…第4レンズ群

出願人 株式会社 ニコン

代理人 弁理士 渡辺隆男

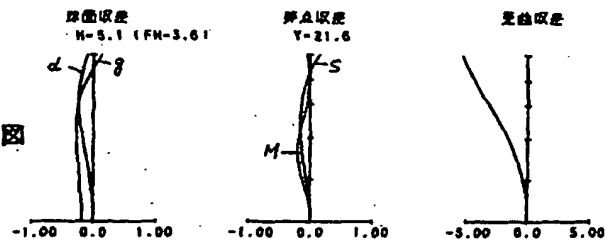


第1図

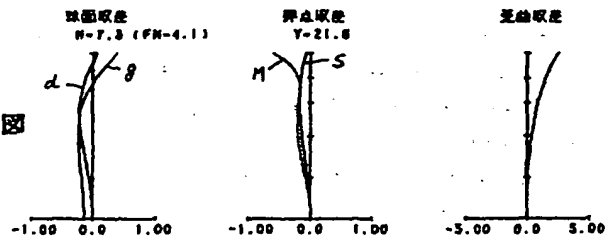


第3図

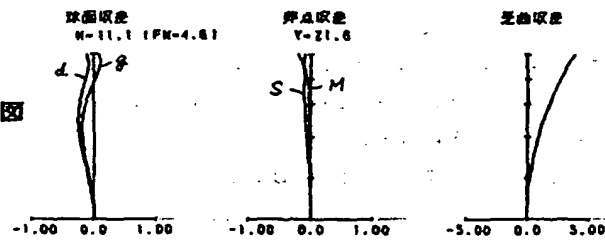
第 2 圖  
(a)



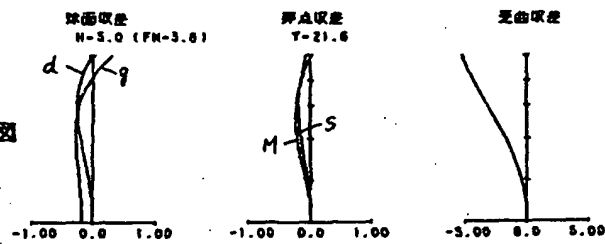
第 2 圖  
(b)



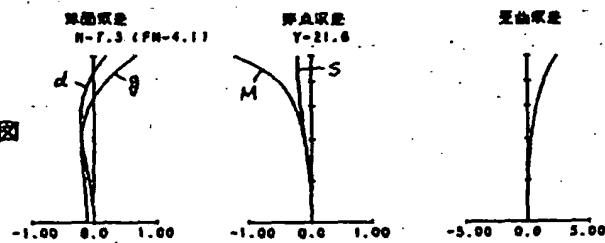
第 2 圖  
(c)



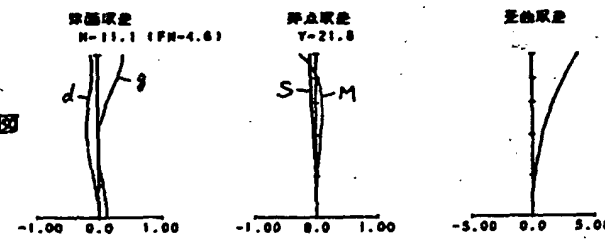
第 4 圖  
(a)

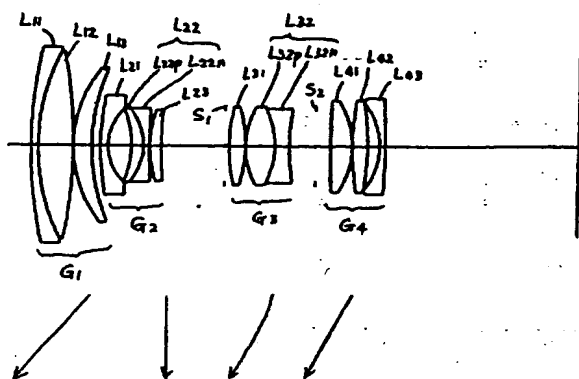


第 4 圖  
(b)

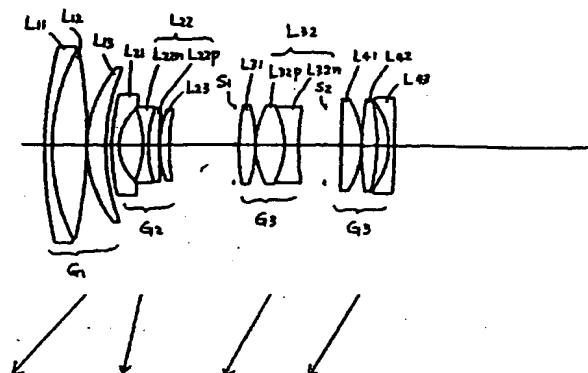


第 4 圖  
(c)



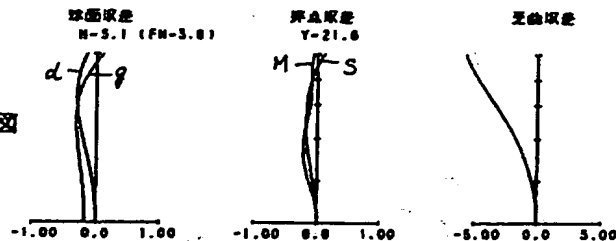


第 5 図

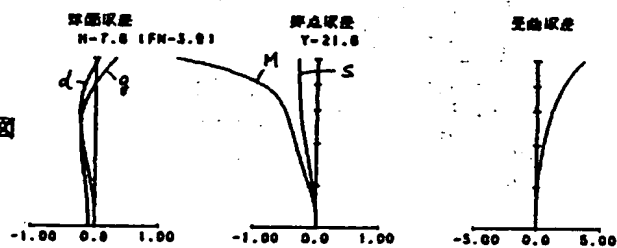


第 7 図

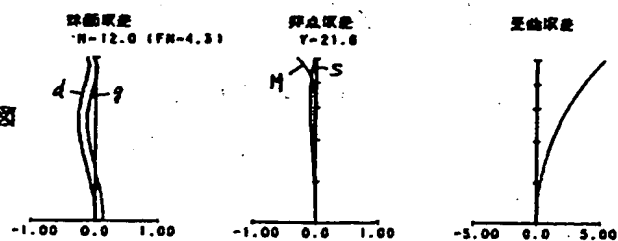
第 6 図  
(a)



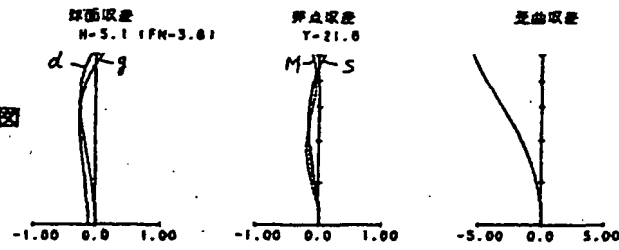
第 6 図  
(b)



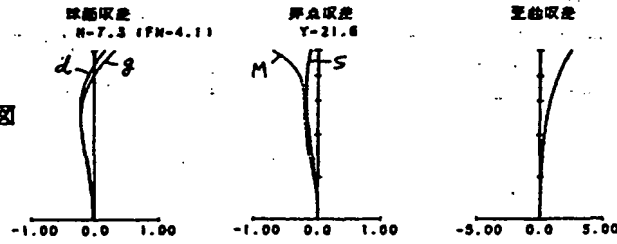
第 6 図  
(c)



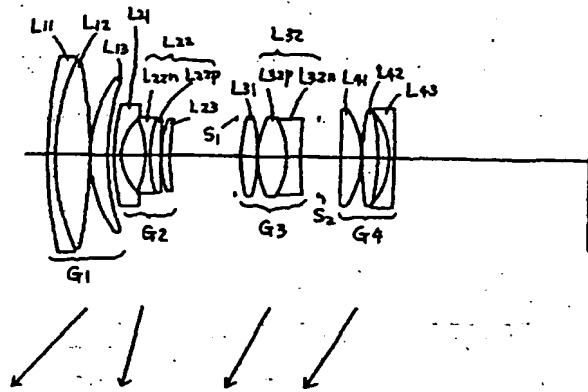
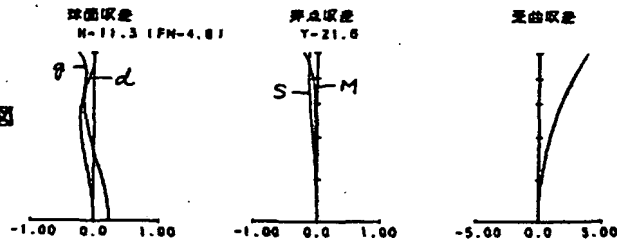
第 8 圖  
(a)



第 8 圖  
(b)



第 8 圖  
(c)



第 9 圖

